

HODNOCENÍ VEDOUcíHO DIPLOMOVÉ PRÁCE

Autor/Autorka: Veronika Báčová
Název práce: Deep learning-based pricing in stochastic volatility models
Studijní obor: Matematika a finanční studia
Vedoucí práce: Ing. Jan Pospíšil, Ph.D. (KMA)

Splnění cílů práce:

- nadstandardně
- velmi dobře
- splněny
- s výhradami
- nebyly splněny

Odborný přínos práce:

- nové výsledky
- netradiční postupy
- zpracování výsledků z různých zdrojů
- shrnutí výsledků z různých zdrojů
- bez přínosu

Matematická (odborná) úroveň:

- vynikající
- velmi dobrá
- průměrná
- podprůměrná
- nevyhovující

Věcné chyby:

- téměř žádné
- vzhledem k rozsahu přiměřený počet
- méně podstatné, větší množství
- podstatnější, větší množství
- závažné

Grafická, jazyková a formální úroveň:

- vynikající
- velmi dobrá
- průměrná
- podprůměrná
- nevyhovující

Přístup autora k řešení práce, spolupráce s vedoucím práce:

- samostatná práce s výbornou komunikací
 - pečlivá práce, drobné zásahy vedoucího
 - pečlivá práce, podstatnější zásahy
 - horší komunikace
 - špatný přístup k práci
-

Slovní hodnocení a dotazy:

Práce se zabývá oceňováním v modelech se stochastickou volatilitou, konkrétně v Hestonově modelu (Heston 1993), ve kterém je volatilita modelována jako tzv. CIR proces. Oceňování je založené na metodách strojového učení s využitím hlubokých neuronových sítí. Neuronová síť je natrénovaná pomocí synteticky nagenovaných cen Evropských call opcí. Na syntetických datech dokázala autorka dosáhnout velmi dobré přesnosti. Práce obsahuje i ověření na reálných cenách opcí na burzovní index S&P 500.

Diplomová práce má standardní strukturu. V kapitole 2 jsou popsány základní termíny a modely, v kapitole 3 metodologie a v kapitole 4 výsledky. Mezi hlavní přínosy DP považují:

1. korektní formulace úlohy a vlastní návrh architektury neuronové sítě pro její řešení,
2. optimalizace hyperparametrů včetně počtu neuronů ve skrytých vrstvách neuronové sítě,
3. vlastní empirické výsledky jak pro syntetická, tak i reálná data.

Po matematické stránce práce vychází ze znalostí magisterského stupně studia, dosud probíranou látku však významně rozšiřuje, součástí studijních plánů oboru MFS např. není žádný úvod do strojového učení. Autorka samostatně pracovala s více zdroji, přičemž je vhodné podotknout, že přestože návrh architektury neuronové sítě byl původně motivován článkem Horvath, Muguruza, and Tomas (2021), autorka významně změnila celý koncept a její řešení dává mnohem větší smysl.

Z pohledu samostatné práce bych chtěl ocenit velké množství experimentů, které slečna Báčová prováděla za účelem optimalizace procesu učení neuronové sítě. Dosažená přesnost výsledků je dle mého nejlepšího vědomí lepší, než výsledky, které byly dosud pro Hestonův model publikovány. Bez újmy na celkovém hodnocení bych mohl vytknout místy ne zcela přehlednou implementaci v MATLABu, kde zůstal i prostor pro celou řadu možných dalších vylepšení, které už se ve finální verzi práce neobjevily.

Jako vedoucí práce oceňuji zejména samostatnost s výbornou komunikací, zájem o danou problematiku a poctivou aktivitu a průběžné plnění dílčích úkolů. Dosažené výsledky mají potenciál, aby po zpracování do odborného článku byly publikované v kvalitním impaktovaném časopisu. Jsem přesvědčen, že Veronika Báčová má velmi dobré předpoklady pro úspěšné pokračování ve výzkumné činnosti v rámci doktorského studia ideálně zaměřeného na oblast matematických financí.

Kvalifikační diplomovou práci hodnotím známkou **výborně** a **doporučuji práci k obhajobě**.

REFERENCE

- HESTON, S. L. (1993), *A closed-form solution for options with stochastic volatility with applications to bond and currency options*. Rev. Financ. Stud. 6(2), 327–343, ISSN 0893-9454, DOI 10.1093/rfs/6.2.327, Zbl 1384.35131, MR3929676.
- HORVATH, B., MUGURUZA, A., AND TOMAS, M. (2021), *Deep learning volatility: a deep neural network perspective on pricing and calibration in (rough) volatility models*. Quant. Finance 21(1), 11–27, ISSN 1469-7688, DOI 10.1080/14697688.2020.1817974, Zbl 1479.91400, MR4188878.
-

Datum, jméno a podpis:

8.6.2023, Ing. Jan Pospíšil. Ph.D.